

2. 超高齢者骨粗鬆症はビスフォスフォネートで治療すべきである (Con)

原田 敦¹⁾ 山本 精三²⁾ 倉都 滋之³⁾ 岩瀬 敏樹⁴⁾ 井上喜久男⁴⁾
 佐々木康夫⁵⁾ 田中 孝昭⁶⁾ 藤田 正樹⁷⁾ 中野 哲雄⁸⁾ 安藤富士子⁹⁾

Key words: ビスフォスフォネート, 骨粗鬆症, 後期高齢期, 骨折予防

(日老医誌 2006; 43: 459-461)

はじめに

医療の最大の目的は QOL 低下のない生存年獲得に貢献することであり, 骨粗鬆症もその例外ではない. そのため骨粗鬆症診療の主要な治療目標となるのは脆弱性骨折の予防である. 脆弱性骨折のうち, 最も発生数が多い脊椎骨折は前期高齢期から頻度上昇が先行して始まり, 後期高齢期になるとそれに最も重篤な大腿骨頸部骨折の頻度上昇が加わり, さらに, 上腕骨頸部骨折や骨盤骨折なども頻度上昇する. すなわち, 脆弱性骨折の予防を後期高齢期以降で実現することが最も必要とされる.

骨粗鬆症治療薬のうち, ビスフォスフォネートは骨吸収を強力に抑制することで知られており, とりわけ新世代のアレンドロネートおよびセドロネートは, 平均 60 歳代から 70 歳前半の骨粗鬆症女性患において脊椎骨折および非脊椎骨折の両者において骨折を減少するという強力なエビデンスを有しているばかりでなく¹⁾, 後期高齢期においてもその効果が劣らず発揮されるとされている^{2,3)}. しかしながら, 後期高齢期の骨折頻度上昇には,

骨強度低下の進行のみならず, 転倒頻度の上昇が明らかに関連している. 従って, 後期高齢期においては, ビスフォスフォネートの骨吸収抑制作用が転倒リスク増大によって打ち消されてしまう可能性があり, 脆弱性骨折の予防は本当に可能であろうかという疑問は尽きない. そこで, 後期高齢者の脆弱性骨折予防を目的として研究者 9 名によって開始されている厚生労働省長寿医療研究委託事業による全国多施設共同研究の中間解析結果から, その疑問への手がかりを探った. この研究では, 既存骨折を有する 75 歳以上の骨粗鬆症女性を対象として, 全部位の新規骨折に対するアレンドロネートによる予防効果についてアルファカルシドールを対照薬として比較検討している.

対象および方法

対象の選定基準は, 75 歳以上の女性で脆弱性骨折を 1 個以上有する骨粗鬆症患者で, 入院・外来は問わず, 車いす以上の ADL の者とした. 除外基準は, 続発性骨粗鬆症, 続発性骨粗鬆症以外の骨量減少を呈する疾患を有する患者とした. 無作為化は独立した研究者によってコンピュータによって行われ, 封筒法によった. 介入群(以下 A 群)にはアレンドロネート 5mg, コントロール群(以下 D 群)にはアルファカルシドール 0.5 μ g が投与された. 開始時の調査項目は, 脊椎レントゲン, 一般血液検査と骨吸収マーカーである血清 NTx および骨密度を DXA 法で腰椎, 大腿骨頸部において測定した. 一次アウトカムは新規脆弱性骨折で, 臨床骨折は症状発現時に, 形態的脊椎骨折は 1 年ごとの XP にて診断した. 二次アウトカムは骨代謝マーカーとして血清 NTx を 3 カ月後, 6 カ月後に測定し, 骨密度は 1 年後と終了時に測定した. また, 試験期間中の転倒を受診時に確認記録した.

Should a bisphosphonate treatment be used for super-old patients with osteoporosis?

- 1) Atsushi Harada: 国立長寿医療センター機能回復診療部
- 2) Seizo Yamamoto: 東京都老人医療センター整形外科
- 3) Shigeyuki Kurato: 国立病院機構呉医療センター整形外科
- 4) Toshiki Iwase, Kikuo Inoue: 県西部浜松医療センター整形外科
- 5) Yasuo Sasaki: 国立病院機構名古屋病院整形外科
- 6) Takaaki Tanaka: 国立病院機構宇都宮病院整形外科
- 7) Masaki Fujita: 国立病院機構札幌南病院整形外科
- 8) Tetsuo Nakano: 公立玉名中央病院整形外科
- 9) Fujiko Ando: 国立長寿医療センター研究所疫学研究部

表1 両群の開始時患者背景

	アルファカルシドール n=130		アレンドロネート n=121		p
	平均	SD	平均	SD	
年齢 (歳)	81.8	4.7	82.0	4.7	NS
身長 (cm)	146	7	145	7	NS
体重 (kg)	46.5	9.2	46.4	9.7	NS
腰椎 BMD T-score	- 3.15	1.24	- 2.76	1.38	0.0274
大腿骨頸部 BMD T-score	- 2.69	1.07	- 2.52	0.99	NS
大腿骨大転子 BMD T-score	- 3.56	1.94	- 3.55	1.80	NS
血清 Ntx (nmol BCE/L)	22.7	13.8	20.6	10.0	NS
入院患者割合 (%)	39.8		48.3		NS
既存脊椎骨折患者の割合 (%)	86.3		81.9		NS

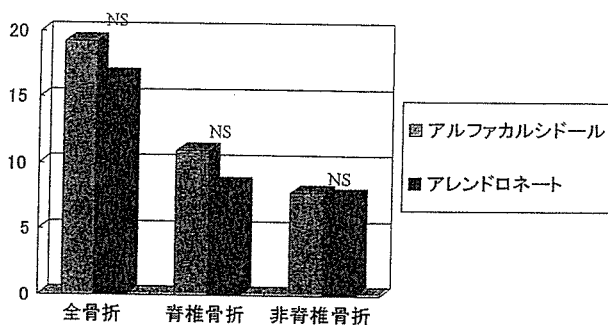


図1 両群の骨折率の比較

アレンドロネート投与群とアルファカルシドール投与群の間で脆弱背骨折の発生率は差がみられなかった。

結 果

患者背景は表1に示した。両群の間で差がみられたのは腰椎骨密度がアレンドロネート群で低値であった点のみであった。観察期間は11.0 (SD6.0) カ月であった。骨代謝マーカーへの効果を薬剤投与前と投与後3カ月の血清 Ntx を両群を比較すると、血清 Ntx は、A群で20.64 nmolBCE/Lから14.38nmolBCE/Lまで有意に低下し ($p<0.0001$)、D群でも22.74nmolBCE/Lから18.70nmolBCE/Lまで有意に低下した ($p<0.01$)。開始時には差がなかった血清 Ntx は3カ月後には有意にA群の方が低値となり ($p<0.01$)、アレンドロネートの骨吸収抑制効果がアルファカルシドールに勝ることが示唆された。また、骨密度への効果を薬剤投与前と投与後1年で検討すると、腰椎骨密度 (T-score) は、T-scoreはA群で-2.761から-2.253まで有意に増加し ($p<0.0001$) したが、D群では-3.158から-3.042と有意は変動を認めず、維持に留まっていた。また、大腿骨大転子骨密度 (T-score) は、T-scoreはA群で-3.549から-3.499と有

意は変動を認めず、維持されていたのに対して、D群では-3.563から-3.712と有意に減少していた ($p<0.05$)。このようにアレンドロネートの骨密度増強効果がアルファカルシドールに勝ることが示唆された。

観察期間中に転倒が75例 (32.1%) に計103回認められた。1例当たり0.83回という高頻度で、転倒者1名当たり1.37回転倒していた。骨折は、43例で全症例の17%であった。骨折の部位別発生数と全症例に対する割合は、大腿骨頸部が7例で2.8%、脊椎が24例で9.7%、上腕骨頸部が3例で1.2%、肋骨が3例で1.2%、前腕が1例で0.4%、骨盤が1例で0.4%、その他の下肢が4例で1.6%であった。非脊椎骨折は19例で7.7%であった。臨床骨折は34例、13.8%、形態的脊椎骨折は9例、3.6%であった。転倒と骨折の関係をみると、転倒者の44/0%が骨折しており、非転倒者は6.3%が骨折していたがすべて形態的脊椎骨折であった。

これらの新規骨折発生率をA群とD群で比較すると、全骨折はA群199例中19例が骨折し、4例で骨折有無が不明で、新規骨折発生率は16.5%であったのに対して、D群128例中24例が骨折し、3例で骨折有無が不明で、新規骨折発生率は19.2%であった。両群間に骨折率の差は認められなかった。さらに、新規脊椎骨折発生率を同様に比較すると、A群は10例、8.4%であったのに対して、D群は14例、10.9%とやはり差はなかった。非脊椎骨折においても、A群は9例、7.6%であったのに対して、D群は10例、7.8%と差はなかった (図1)。また、非脊椎骨折の発生率を、大腿骨頸部、上腕骨頸部、肋骨、前腕骨、骨盤、その他の下肢骨と、部位ごとにも検討したが、やはりA群とD群の間に差はみられなかった。さらに臨床骨折の発生率を比較すると、A群は11.8%であったのに対し、D群は15.6%とやはり

差はみられなかった。加えて、薬剤効果がいっそう発揮されやすいと思われる形態の脊椎骨折の発生率も検討したが、A群は4.2%であったのに対して、D群は3.1%でやはり骨折率抑制効果が認められなかった。さらに、投与期間が180日以上症例に限定して、これまでと同様な解析を繰り返したが、その結果は変わらなかった。

また、転倒者割合を両群で比較したが、A群の転倒者は35例、31.8%、転倒骨折は15例、13.6%であったのに対して、D群の転倒者は40例、33.3%、転倒骨折は18例、15.0%であった。両群間で転倒者割合、転倒骨折率はやはり差はなかった。

考 察

今回の多施設共同研究の中間解析結果では、アレンドロネートは投与後3カ月で血清NTxを30%低下させ、アルファカルシドールに比較して低下率が有意に大きく、期待通りにより強い骨吸収抑制効果がみられた。また、同様にアレンドロネートは投与後1年で骨密度(T-score)を腰椎で0.51SD増加させ、大腿骨大転子部で維持させ、アルファカルシドールに比較して骨密度増強効果が有意に大きかった。にもかかわらず、脆弱性骨折の発生率は全骨折、脊椎骨折、非脊椎骨折のどの部位においても、両群間で差が認められず、アレンドロネートがアルファカルシドールに比較して、骨折リスクの高い後期高齢者の脆弱性骨折を減少させるという結果は得られなかった。その理由として、骨強度リスクより高い転倒リスクの存在が考えられる。つまり、今回の対象集団は32%と通常の在宅高齢者の倍近い転倒率のもと、17%という高頻度で骨折を起こしており、転倒リスクがビスフォスフォネートによる骨強度改善を凌駕してしまうような症例が多かったことが骨折の減少しなかった理由の一つと思われ、このような症例には、ビスフォスフォネート治療だけでなく、転倒対策など他の方法を同時に講じ

る必要があると考えられた。

ただし、本研究はまだ途上であるため症例が少なく、観察期間が短いこと、プラセボコントロールがなく、ダブルブラインドでもないなど、いくつかの問題点を含んでおり、バイアスやパワー不足のため結果が真実を反映しない確率も決して低いとは思われない。しかしながら、両群で骨折率の差は傾向という程度にもはるかに及ばず、今後のデータ追加によっても簡単に結果が変わるような状況ではない。

ま と め

既存骨折と骨粗鬆症を有する後期高齢者の骨折予防に対するアレンドロネートの有効性を検討した。このような高リスク者では高率に転倒と骨折が発生した。アレンドロネートは、アルファカルシドールに比較して11カ月の時点では、脆弱性骨折発生率について差は認められなかった。高リスクの後期高齢者の骨折予防には、ビスフォスフォネート治療だけでなく、転倒予防策などを同時に講じる必要があると考えられた。

文 献

- 1) Guyatt GH, Cranney A, Griffith L, Walter S, Krolicki N, Favus M, et al.: The osteoporosis methodology group and the osteoporosis research advisory group: Summary of meta-analysis of therapies for postmenopausal osteoporosis. *Endocr Rev* 2002; 23: 570-578.
- 2) Boonen S, McClung MR, Eastell R, El-Hajj Fuleihan G, Barton IP, et al.: Safety and efficacy of risedronate in reducing fracture risk in osteoporotic women aged 80 and older: implications for the use of antiresorptive agents in the old and oldest old. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 1832-1839.
- 3) Hochberg MC, Thompson DE, Black DM, Quandt SA, Cauley J, Geusens P, et al.: Effect of alendronate on the age-specific incidence of symptomatic osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res* 2005; 20: 971-976.

特 集 運動器不安定症と高齢者の転倒
—その概念と今後の展開

運動器不安定症と今後の展開

原 田 敦*

要旨：運動器不安定症は運動機能を原因とする転倒危険因子の総称と考えられ、その診療が充実して転倒危険因子の評価と可逆的因子への介入が展開されれば、高齢者の自立を支える大きな基盤となる。それによって転倒そのものが予防されることは過去のエビデンスからみて確実性が高い。最終目標は、骨折、なかでも大腿骨頸部/転子部骨折の予防実現で、そのエビデンスは現状では骨粗鬆症薬剤やヒッププロテクターに限られており、転倒予防プログラムなど運動器不安定症診療による骨折予防が今後の課題である。さらに医療経済的妥当性が証明されることが最終的には必要と思われる。

はじめに

高齢期を迎えると成人期のある時点から潜在的に進行していた筋量や骨量の減少がいつそう進んで顕在化すると筋肉減少症 (sarcopenia) や骨量減少 (osteopenia) に陥る。その結果として、運動の量と質は徐々に低下して行動範囲は狭まり、骨折や脳卒中などの特別な急性疾患発症がなくとも次第に“動けない”状態に近づく。この過程で日常生活動作 (activity of daily life; ADL) のレベルは、スポーツや社交などの拡大日常生活動作 (advanced ADL; AADL) から交通機関の利用、買い物、料理、家事、電話などの手段的 ADL (instrumental ADL; IADL)、食事、排尿・排便、入浴、歩行、起立、寝返りなどの基本的 ADL (basic ADL; BADL) へと低下していく。手段的 ADL がこなせなくなる頃から介護を要する状態とみなされ、基本的 ADL も自立できない状態となると、準

* Atsushi HARADA, 国立長寿医療センター, 機能回復診療部

Unstable locomotorium disease and its future

Key words : Fall, Fracture, Prevention

寝たきり・寝たきり (日常生活自立でランク A~C) である。

このような一連の運動の量と質の低下は、加齢とともに進み、それだけで独立して高齢期の転倒リスクは上昇するとされる。しかしながら、そこに運動機能に悪影響を及ぼす運動器疾患や神経疾患、一過性意識障害をもたらすような循環器疾患、目を通じた補正を妨げるような視覚障害、転倒を誘発させる薬剤使用が重なると、内的因子による転倒リスクはいつそう高くなり、さらに段差や不適な照明などの不良な物的環境が外的因子として転倒リスクを独立して上昇させるという構図が考えられている (図 1)¹⁾。

さて、運動器不安定症は、運動機能の低下をきたす疾患を基礎として、「高齢化により、バランス能力および移動歩行能力の低下が生じ、閉じこもり、転倒リスクが高まった状態」という定義とされている。すなわち、運動器不安定症は、前述したような転倒の多種多様な病因のうち、以前は易転倒性などと呼ばれていた運動器疾患が原因で運動機能が低下する病態を新しくまとめた概念と考えられる。つまり、転倒の原因として代表的な症

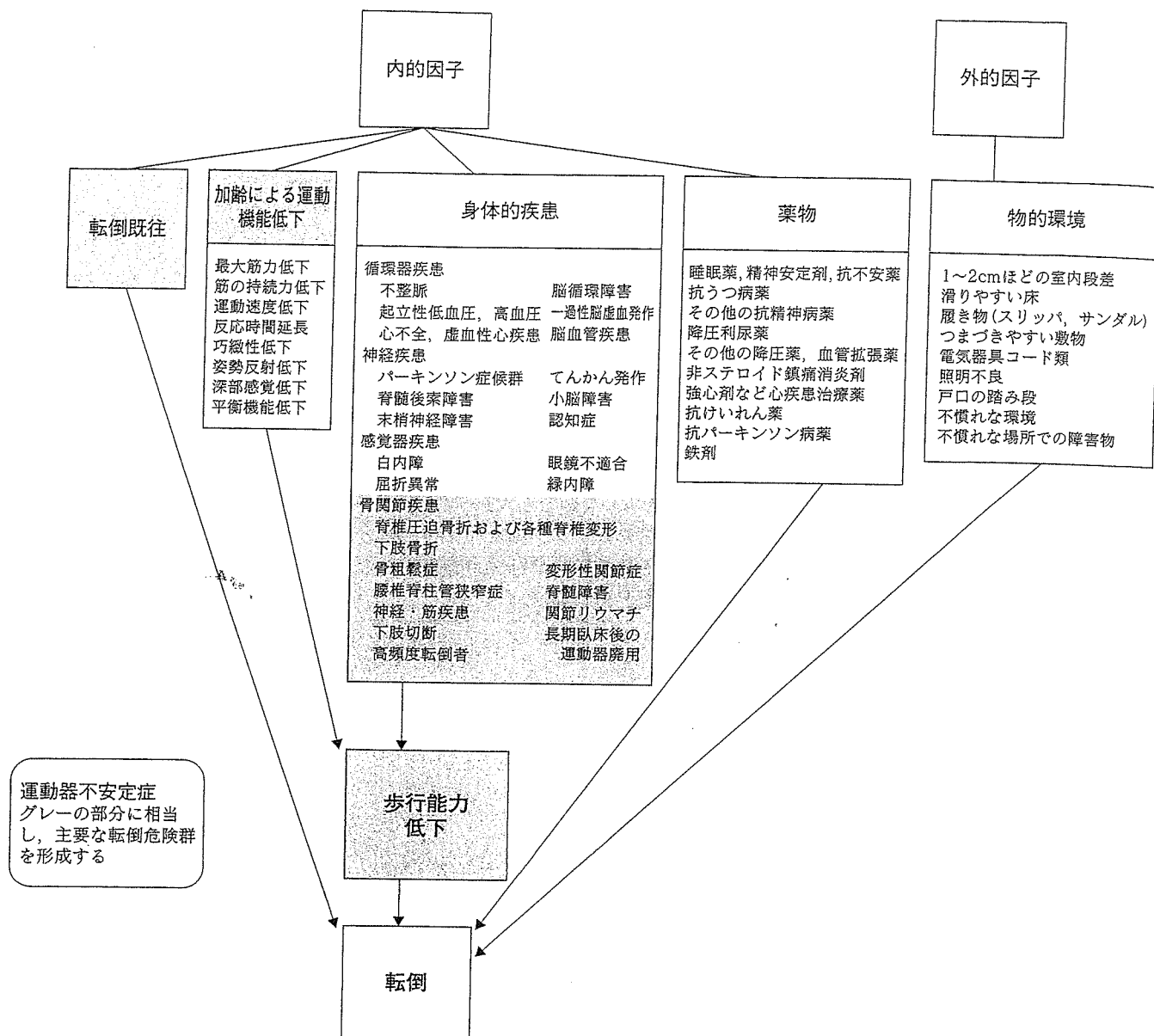


図1 転倒の危険因子と運動器不安定症〔文献1〕を改変]

候群で、図1に示されているような様々な基礎疾患によって生じるバランス能力および移動歩行能力の低下が、特別な疾患発症がなくとも、外出を好まなくなるなど移動量の相対的減少を緩徐に進行させ、それがさらなるバランス能力および移動歩行能力の低下を強めるという悪循環をきたし、そこには転倒恐怖が増悪因子として作用している。また、閉じこもりより直接的な身体障害に結びつくのが、運動器不安定症の主要な合併症であ

る転倒で、転倒時の外力が外力を受けた部分の骨強度を超えると、そこに発生する骨折は転倒そのものを凌駕する合併症となる。骨粗鬆症性骨折、あるいは脆弱性骨折と呼ばれる骨折のうち、脊椎骨折の一部を除いた残りのほとんどの骨折は転倒による骨折で、そのうち頻度も高く最も重篤なものが大腿骨頸部/転子部骨折で、この骨折は運動器不安定症の最大の合併症といえよう(図2)。

したがって、高血圧症の治療目的が脳血管疾患

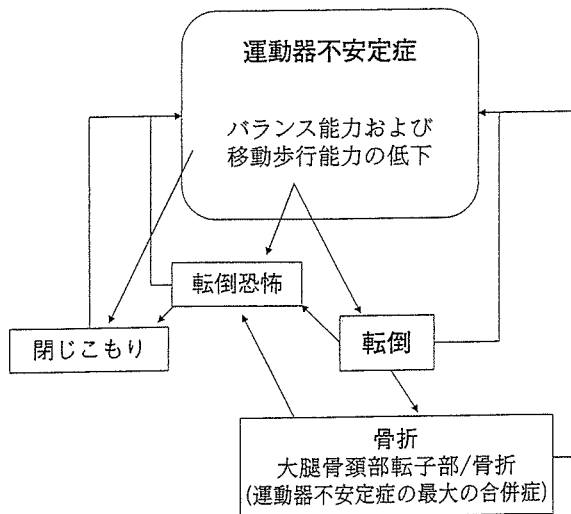


図 2 運動器不安定症とその合併症

の予防にあることと同様に、運動器不安定症の治療目的は、高齢者の閉じこもり化の予防と、それに並んで転倒そのものの、および転倒骨折の予防であり、なかでも大腿骨頸部/転子部骨折の予防が最大の治療目標となるといっても過言ではないと思われる。この点で骨粗鬆症の治療目標と一致する。この稿では、転倒そのものの予防および大腿骨頸部/転子部骨折の予防について以下に記述する。

1. 転倒そのものの予防

日本の整形外科医は、転倒予防が転倒による骨折を予防するために最も期待できる方策だと考えていることが、全国調査で分かっている²⁾。交通事故外傷を減らすには交通事故を減らすのが一番効果的との考えと同じで、整形外科医にとって転倒そのものの予防を予防しようというのはきわめて自然な発想である。

このように整形外科をはじめとして、既に多くの現場で盛んに導入実施されている転倒予防と呼ばれるプログラムの多くは、昨今、わが国でも介護予防の開始によって大いに注目され、何らかの介入をして転倒そのものを減少させることで、転倒によってもたらされる身体的および精神的な損失を少しでも減らすことを目的としている。

それを今後の展開も含めてもう少し詳しく述べると次のようになる。転倒予防の目的は、第一に

は(A)転倒の原因となる内的小および外的危険因子のうち可変性危険因子を特定し、それに対して改善効果が期待できる方法で介入して転倒そのものを減少させることである。第二には(B)転倒そのものの減少に加えて、骨折などの転倒によって生じる外傷も減り、身体的自立が保たれることであり、第三には(C)ADLを行う能力がありながらそれらを避けてしまうような転倒に関する不安と定義される転倒恐怖感³⁾がプログラムによって改善され、精神的自立が保たれることが挙げられる。さらに(D)(A)~(C)を通じて生活の質(quality of life; QOL)が保たれるという効用が高齢者にもたらされることである。最終的には、費用対効用を明らかにして社会的妥当性を確定するために、(E)転倒予防による効果や効用が(A)~(D)に関して実証された段階まで到達した上で、転倒予防によって獲得された質調整生存年(quality adjusted life year; QALY)と、総費用一転倒予防介入に要する全費用と介入による効果・効用から骨折減少などで節減される分を含んだ医療・介護費の総和一との関係について費用・効用分析(cost-utility analysis; CUA)によって医療経済的解析がなされて、転倒予防プログラムにより社会的に妥当な閾値を超えない費用でQALYが増加することを証明することである⁴⁾。

なお、QALYは、1年の生存がまったく健康であれば1、歩行障害があれば0.8、老人ホーム入所は0.4など、生存年をQOLで調整した値で、実際に最近繁用されるようになってきている⁵⁾。社会的費用を負担する側の条件がいつそう厳しくなる少子高齢化社会に高齢者を対象とする転倒予防が広く受け入れられ、かつ長期的に定着していくための必要条件として、この点が重要なポイントになると思われる(図3)。

1. 転倒危険因子の評価

転倒の危険因子は、前述のように内的因子と外的因子に分けられて多数存在し、それらが転倒に多様に関連する(図1)¹⁾。内的因子のうち、不整脈、起立性低血圧、一過性脳虚血発作、てんかん発作などによる一過性意識消失、視力障害以外は、ほとんどがバランス能力、筋力、歩行能力の低下を

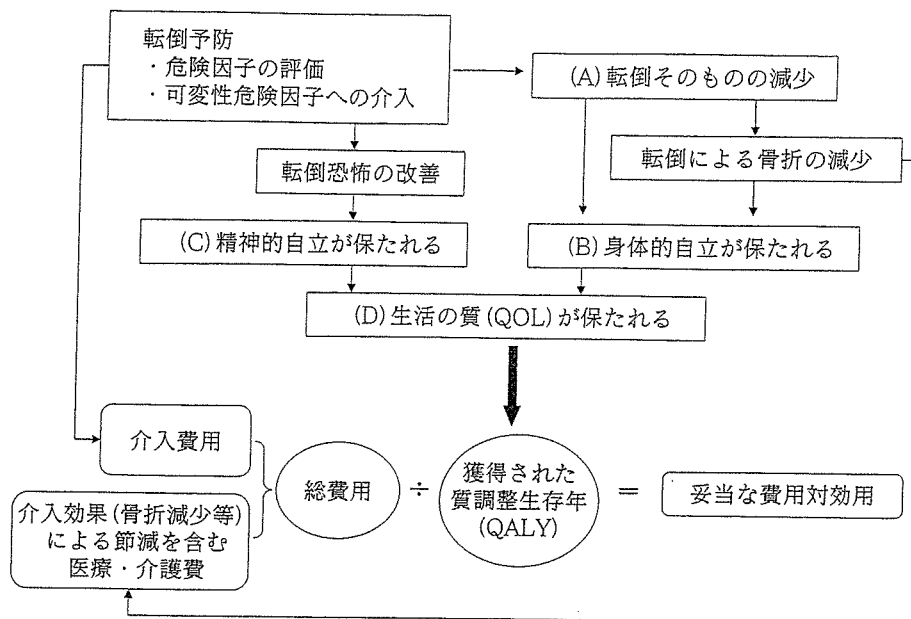


図 3 転倒予防の今後の展開

もたらして転倒しやすくなるものである。運動器不安定症は、この3つの能力を加齢による衰えに加えてさらに低下させて、転倒を生じさせる大きな疾患群といえる。他の内的因子としては、直接、間接に易転倒性を高める薬剤が多数存在し、特に睡眠薬、精神安定剤、抗不安薬などは日常臨床で高齢者に多用されていることが少なくないので、その種類や量を評価することは大変に重要である。

また、外的因子としては、生活環境の屋内、屋外における段差や履物などにおける不適切が、つまりいたり、滑ったりする原因となって転倒を引き起こしていることは容易に理解される。これらの外的因子の危険度の大きさは、有する内的因子との兼ね合いで種々変化する相対的かつ個別的なものなので、環境因子の抑制が過度になると日常運動量の行き過ぎた低下に結びつき、逆に運動機能低下を招いてしまう可能性があるため、安全イコール廃用助長とならないような適切な配慮が求められる。

以上の危険因子とは独立して強い影響を有する重要因子に転倒既往がある。これは聴取も比較的容易な、危険因子評価時に欠かせない項目である。

転倒も同一人が繰り返すことが多いことは、いくつかの疫学調査で明らかになっており、転倒経験者は3.8倍転びやすいというデータもある。運動器不安定症は、その基礎疾患に高頻度転倒者を含めている。高頻度がどの程度を示すのかは不明瞭であるものの、転倒既往ある者の中で特に危険度の高い層を抽出できる仕組みになっている。

2. 転倒危険因子への介入

危険因子評価の後、バランス能力、移動歩行能力の低下のある者には、まずは原因疾患の治療を適切に行う。例えば、運動器不安定症の原因にあげられている疾患は言うに及ばず、パーキンソン症候群、うっ血性心不全、一過性の意識消失、不整脈、起立性低血圧、一過性脳虚血発作などの内科的原因疾患や、さらに白内障などの視力障害も専門医に紹介してできるだけコントロールする。

また、多くの薬剤が転倒危険因子となることを十分認識し、患者にも説明することは重要である。高齢者は複数の疾患に罹患しており、多剤使用していることが多く、必ず服薬調査を行って基礎疾患の状況に合わせた調整を行う。例えば、睡眠障害による睡眠薬常用はよくみられる例であるが、長時間作用型の睡眠剤がその患者の転倒危険因子

である可能性が高い場合は、慣れた薬であってもよく説明して、短時間型に切り替えるか、短時間型でも危険度は変わらないとする最近の報告も考慮すれば、睡眠薬そのものの中止も視野に入れて指導する。

介入として代表的な方法は、低下したバランス能力、移動歩行能力に対する運動療法的介入である。その内容は、最初に下肢各関節のストレッチを行い、その後、開眼片脚立ち訓練、筋力強化訓練、バランス訓練、足指の運動、関節可動域訓練、歩行指導などを行う。筋力強化の対象部位は、主に腹筋・背筋、腸腰筋、殿筋、大腿四頭筋で、方法は、自重、専用機器、重錘バンドなどで行う抵抗運動である。代表的な自重による下肢筋力強化法には、スクワット、立位姿勢での踵上げとつま先立ちがある。バランス訓練は専用機器もあるが、開眼片脚立ち、つぎ足歩行(タンデムゲート)など、どこでも容易にできる運動だけでも十分に効果が上がる。例えば、開眼片脚立ちは、最初はつかまって片脚起立位を保持し、慣れたらつかまらずに10秒、20秒、30秒、60秒と次第に保持時間を延ばしていく。バランス能力がかなり低下している場合は、最後までつかまりで行っても構わない。足指の運動は、足指を握る、開く、つまむなどをタオル巻き取りなどで行う。これらの運動から転倒の予防効果を実現させるためには、長期に継続することが最も大切なポイントである。

内的因子への介入ばかりではなく、家庭内外の物的生活環境が危険因子になることを患者、家族、介護者に十分説明して、その除去、改良を指導する。ただし、前述のとおり、あまりにバリアフリーにすると逆に廃用性萎縮が進行してしまう場合もあることには留意すべきである。

このような転倒予防プログラムの大きな意義と重要性は、既によく理解されているが、転倒骨折の予防に転倒予防が最も有用と回答した整形外科医の39%しか、自分の診療でそれを行っていないという実践への壁があり²⁾、運動器不安定症が認定された現在、転倒予防の実践を整形外科医の日常診療に定着させることが最も重要かつ急がれる

課題であろう。特にホームドクター的な立場である開業医のドクターが中心となって全国津々浦々で運動器不安定症の診療を進めれば、実践の大波となり、大きな成果を国民にもたらす可能性が大きい。

さて、転倒予防プログラム、なかでも運動器不安定症に対する取り組みが大きな成果をもたらすことについては、過去に多くの無作為比較対照試験(randomized controlled trial; RCT)が証明をしている。そのmeta-analysisを引用すると表1ようになる。これをみれば、転倒予防プログラムは転倒そのものを10%から66%まで減らすことに成功していることが分かる^{6)~10)}。相対危険度が最も低いのは、薬剤関連因子に対する介入である向精神薬中止で相対危険度は0.34まで低下しており、この種の介入の重要性和有効性を大いに認識しておく必要がある。また、運動関連因子への単独介入においては、太極拳によって相対危険度は0.51まで減少して最も低く、次いで家庭訪問して運動訓練を個別指導するプログラムが相対危険度0.65である。他の運動訓練は0.80から0.90の間の相対危険度になっている。運動関連因子だけでなく他の多くの因子も改善するように組み込まれた包括的・総合的プログラムは、運動単独より少し相対危険度が低い傾向がみられ、0.62から0.82の間に存在する。ただ、各々のRCTの対象や方法はそれぞれに相当異なっているので、meta-analysisの結果をそのまま現場に持ち込むよりは、実際に採用を考慮する介入法に最も構造的に近いRCTを検索して指標とすることが重要である。

もう一つ表1から見えることは、転倒予防プログラムは、転倒そのものを確実に減らしはするものの、転倒外傷による骨折を防ぐまでには至らないらしいという点である。それは元々がRCTのエンドポイントとして骨折を含めていないという試験デザインがもたらしていると思われる、骨折の有無について追跡しきれていないことが関連するのであろう。ただ、骨折に限らず、転倒の結果生じた外傷についてデータを示している試験は決して少なくなく、Robertsonらのmeta-analysisでは、転倒予防プログラムは、外傷そのものを全体

表 1 転倒予防介入の無作為比較試験の meta-analysis^{6)~10)}

報告者	介入因子	介入法	転倒の相対危険度*	骨折への効果
Province MA	運動関連因子	運動訓練	0.90	言及なし
	運動関連因子	バランス訓練	0.83	
Gillespie LD	運動関連因子	筋力強化とバランス改善のプログラム	0.80	言及なし
	運動関連因子	太極拳	0.51	
	環境関連因子	家庭環境因子の評価修正	0.64	
	薬剤因子	向精神薬中止	0.34	
	全体	転倒危険因子の包括的評価修正/選択条件をつけない在宅高齢者	0.73	
	全体	転倒危険因子の包括的評価修正/転倒リスクを持つ高齢者	0.79	
Robertson MC	運動関連因子	筋力強化とバランス改善のプログラム (家庭で個別指導)	0.65	重度外傷については有意差なし
Chang JT	全体	介入全体	0.88	言及なし
	^a 全体	転倒危険因子の包括的評価修正	0.82	
	運動関連因子	運動訓練	0.86	
	環境関連因子	物的環境調整	NS	
	その他	教育介入	NS	
Weatherall M	全体	転倒危険因子の包括的評価修正	0.62	骨折データあるのは2試験で骨折相対危険度 0.50 (95%CI 0.18, 1.40)

* 相対危険度は NS 以外はすべて有意。

として減らし、特に高齢であるほどそうであるとしながら、骨折を含む重度外傷に限ると有意差がないとしている⁸⁾ことから、今までのプログラムは外傷を起こさないような比較的安全な転倒は防げるが、大腿骨頸部/転子部骨折を起こすような危険な転倒にはまだ有効性が証明されていないと推定される。

このことは、転倒予防プログラムなどの運動器不安定症の診療による骨折予防を証明することが是非必要であることを意味し、骨折予防をエンドポイントとしたデザインの臨床試験を組むことは、運動器不安定症の今後の展開にとって避けて通れない点と考えられる。

II. 転倒による骨折の予防

— 大腿骨頸部/転子部骨折の予防 —

大腿骨頸部/転子部骨折の発生頻度は 75 歳以上

から指数関数的に急上昇するので、性別年代別の患者数は最も多い順に挙げると、80 歳代女性、90 歳代女性、70 歳代女性、80 歳代男性、70 歳代男性と続く¹¹⁾。このことから本骨折を予防するには、まず 80 歳以上の女性における発生を防止することが必要と思われ、予防策の効果には、年齢、性、さらにはその他の大腿骨頸部/転子部骨折危険因子がどの程度の対象であるかが大きく影響する。

これまでの多くの RCT によって、現時点で大腿骨頸部/転子部骨折が予防できる対策としてエビデンスがあるのは、薬剤としてアレンドロネート、リセドロネート、ビタミン D、保護具としてヒッププロテクターである¹²⁾。

1. 骨強度増加による予防法

ビスフォスフォネートに属するアレンドロネートとリセドロネートは、骨粗鬆症薬剤のなかで最も強力な骨吸収抑制作用を有し、服用前まで強い

表 2 大腿骨頸部骨折予防のエビデンスがある介入法^{13)~16)}

介入法	対象者の生活場所	平均年齢	大腿骨頸部骨折の相対危険度**
アレンドロネート	在宅*	70 歳代	0.55
リセドロネート	在宅	70 歳代	0.70
リセドロネート	在宅	80 歳代	NS
ビタミン D	在宅	80 歳代	NS
ビタミン D	介護施設	80 歳代	0.74
ヒッププロテクター	在宅	80 歳代	NS
ヒッププロテクター	介護施設	80 歳代	0.77

* Meta-analysis に含まれる 6 試験中 1 試験のみ介護施設生活者を対象としており、そこでは有意な大腿骨頸部骨折の相対危険度減少は得られていない。

** 相対危険度は NS 以外はすべて有意。

ていた骨密度減少を停止させ、増加に転ずること
で大腿骨近位部の骨強度を維持・増強して、その
分だけ骨折危険度を減少させる。この場合、転倒
に関連する要因は影響されないの、その骨折抑
制効果は非常に分かりやすい構造となっている。
骨強度を最もよく代表する骨密度は骨折する外力
の大きさと高い直線的回帰の関係を持っており、
骨強度のもう一つの重要な決定因子である骨質は
これを修飾する要素ではあるが、基本的な力関係
に果たす役割は骨密度が第一であると考えられ
る。

したがって、骨密度を最もよく増加させるビス
フォスフォネートが骨密度が基準値未満の低値に
陥っている骨粗鬆症例に投与されれば、骨強度面
からの骨折危険度の低下が得られることが理論的
に予測され、1990 年代の大規模臨床試験は、その
理論に基づいた試験デザインで実施されたところ、
予想どおりにアレンドロネートとリセドロ
ネートが大腿骨頸部/転子部骨折の抑制に大きく
成功している (表 2)¹³⁾¹⁴⁾。

ただし、注意するべき点は、大腿骨頸部/転子部
骨折抑制できた患者層は 70 歳代までの骨粗鬆症
女性であることで、前述したような 80 歳以上の女
性における発生防止に対するエビデンスは得られ
ていない。2 剤のうち、リセドロネートは 80 歳代
で骨粗鬆症評価—骨密度測定を必須項目とせず
に、他の臨床的骨折危険因子 (表 3) を 1 つ以上有
する症例を組み入れたサブグループ 3,886 名での
結果は非常に興味深い¹⁴⁾。この臨床的危険因子こ

表 3 リセドロネートの臨床試験で 80 歳以上
女性に採用された大腿骨頸部骨折の危険
因子¹⁴⁾

座位から立ち上がり困難
タンデムゲート不良
前年の転倒による外傷歴
Test of hand-eye coordination 5 点以下 (転倒 リスク上昇)
現在喫煙, あるいは過去 5 年の喫煙歴
母親の大腿骨頸部骨折歴
自分の大腿骨頸部骨折歴
Hip-axis length > 11.1 cm

80 歳以上のサブグループは 84% が骨密度測定
なしに、この危険因子だけで選定された。

そは、そのまま大腿骨頸部/転子部骨折の危険因子
と言い換えることができるが、喫煙や骨折の既往
歴・家族歴、大腿骨近位部の形態的条件を除くと、
残りは転倒危険因子そのものであり、運動器不安
定症の重症な層が当てはまる条件である。このよ
うな条件の 80 歳以上の女性の大腿骨頸部/転子部
骨折を減少させることができなかつた理由は、ビス
フォスフォネート効果が骨強度のみに依存し、
転倒危険因子には作用しないからである。したが
って、転倒危険因子の比較的少ない骨粗鬆症患者
には確実に本骨折抑制を期待してよいが、重症
な運動器不安定症など転倒危険因子がかなり高い
場合には必ずしもそうならないことを銘記すべき
である。そのことを踏まえた上で、大腿骨近位部
の骨密度が低く骨粗鬆症と診断される患者の大腿

骨頸部/転子部骨折を予防しようとする際には、アレンドロネートとリセドロネートが第一に選択すべき薬剤である。

2. 骨強度と転倒危険因子の改善による予防法

ビスフォスフォネートと違って、ビタミンDは骨強度のみならず、転倒危険因子にも同時に作用して骨折抑制を得る可能性がある薬剤である。というのは、ビタミンDによる骨密度増強効果は比較的低い、筋細胞リセプターにも作用して筋力増強が得られ、転倒も減ることによってその両方の作用で骨折危険度を低下させると考えられる。表2にあげた meta-analysis で取り上げられた代表的な RCT は、平均 84 歳の介護施設入所脆弱女性を対象に行われ、ネイティブ・ビタミンDとカルシウムをサプリメントで投与して大腿骨頸部/転子部骨折を 24%減らすことに成功している¹⁵⁾。このような対象は、転倒危険度が最も高く、したがって、最も大腿骨頸部/転子部骨折危険度が高い集団であり、それに対して骨折を減少させ得たことは、この方法の価値の高さを示している。ただし、その効果が、ビタミンD不足が背景にない患者でも同様に得られるのかなど、どのような対象に有効かはまだ明確でない。大腿骨近位部の骨密度が低く骨粗鬆症と診断され、運動器不安定症など転倒危険度も合併している患者の大腿骨頸部/転子部骨折を予防しようとする際には、基礎薬として選択されることになると思われ、さらに重症な運動器不安定症など転倒危険因子がかなり高い場合で、ビタミンD不足も懸念される患者には、第一選択となる。

3. 転倒外力減衰による予防法

転倒しても大腿骨頸部/転子部骨折が起こらないための保護具としてヒッププロテクターが知られている。この方法の最大のメリットは、使用直後から効果が期待できることで、ヨチヨチ歩きをしている虚弱高齢者が目の前にいるときにすぐ役立つ点である。

骨折頻度が高くなる 80 歳以上の大腿骨頸部/転子部骨折患者では、大部分が転倒危険因子のかなり高まった状態—重症の運動器不安定症—に陥っていることは、日常診療で本骨折を扱う整形外科

医の常識であり、さらに認知症合併率が高いことも同じである。このような対象において転倒そのものを完全になくすことは不可能であることは、前述の転倒予防プログラムの成績をみても明らかである。しかしながら、転倒した結果、大腿骨頸部/転子部骨折が起こった場合、その起こり方は本人・家族にとってはもちろん、現場にとっても“事故”である。つまり、大腿骨頸部/転子部骨折を転倒事故の最悪の結果と捉えれば、着用すれば即時的に効果が得られるヒッププロテクターを、転倒しても事故の結果を最小限に抑える対策として実施しておくことは最良の選択と考えられる。

したがって、この方法は転倒事故が起こりやすい環境での利用が最適で、疾患の急性期から回復期を担当する医療機関、高い介護が必要となって入所する介護施設などが入院あるいは入所期間に転倒事故対策としてヒッププロテクターを使用することが現状では最も適していると思われる。ただ、今のところ、病院におけるエビデンスはなく、介護施設におけるエビデンスは限られている。

ヒッププロテクターの大腿骨頸部/転子部骨折抑制に関するエビデンスは、表2のように、在宅生活者においては有意な結果は得られず、介護施設生活者において 23%減少させている¹⁶⁾。ヒッププロテクターはいつ転倒するか分からないほど転倒危険度が高い高齢者を適応とするため、終日使用が必要となるが、その使用感には不快な面があることは明らかで、開始から慣れるまでの初期に脱落が多く、その後に慣れても月単位では次第に使用頻度が下がり続けるというコンプライアンスの限界がある。したがって、施設の安全管理の立場から看護や介護の職員からの使用継続を高める支援が必要で、それが十分にあって終日使用率が 90%を超えた場合には、大腿骨頸部/転子部骨折抑制率も 90%を超えるという成績をわれわれは得ている¹⁷⁾。逆にコンプライアンスが下がれば無効になってしまうことは在宅生活者の成績をみれば明らかである。

おわりに

運動器不安定症が保険診療に認められたこと

は、整形外科をはじめとした運動器の専門家がこれまでにまして大きな社会的貢献ができる診療システムができたことを意味し、画期的な意義を持つと思われる。今後の高齢化社会のますますの進行がもたらす膨大な数の高齢者の自立喪失を初期の段階から発見し、治療し、予防するという非常に重要な責務を負うということにもなり、運動器不安定症の診療が最終的に骨折や閉じこもりを予防できることを証明することが必要になったともいえる。

骨折予防や閉じこもりの予防以外にも、転倒予防プログラムなどの運動器不安定症に対する治療がもたらす身体的自立の改善・維持はそのまま生存期間の延長やQOLの改善・維持に繋がることも調査されるべきである。そのような追跡があれば、この診療システムに費やされる公的費用が、QOLで補正した生存期間延長に貢献し、しかも、生存中の転倒減少を通じた骨折等の転倒外傷の減少から得られる医療・介護費用の節減と比較して社会的に十分見合う範囲に納まるものであることが今後の展開の最終目標として挙げられる。

文 献

- 1) 鈴木隆雄：「転倒予防」の実践的リスク評価法。Osteoporos Jpn **11** (日本骨粗鬆症学会教育講座 転倒予防シリーズ) No. 2, 2003
- 2) Harada A et al : Japanese orthopedists' interests in prevention of fractures in the elderly from falls. Osteoporos Int **15** : 560—566, 2004
- 3) Tinetti ME et al : Fear of falling and low self-efficacy ; a case of dependence in elderly persons. J Gerontol **48** (Spec No) : 35—38, 1993
- 4) 原田 敦ほか：骨粗鬆症の医療経済一疫学，費用と介入法別費用・効用分析。日老医誌 **42** : 596—608, 2005
- 5) Tosteson AN et al : Cost effectiveness of screening perimenopausal white women for osteoporosis ; bone densitometry and hormone replacement therapy. Ann Intern Med **113** : 594—603, 1990
- 6) Province MA et al : The effects of exercise on falls in elderly patients ; a preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. JAMA **273** : 1341—1347, 1995
- 7) Gillespie LD et al : Interventions for preventing falls in elderly people. Cochrane Database Syst Rev CD 000340, 2001
- 8) Robertson MC et al : Preventing injuries in older people by preventing falls ; a meta-analysis of individual-level data. J Am Geriatr Soc **50** : 905—911, 2002
- 9) Chang JT et al : Intervention for the prevention of falls in older adults ; systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. BMJ **328** : 680, 2004
- 10) Weatherall M : Prevention of falls and fall-related fractures in community-dwelling older adults ; a meta-analysis of estimates of effectiveness based on recent guidelines. Int Med J **34** : 102—108, 2004
- 11) Hagino H et al : Committee for osteoporosis treatment of The Japanese Orthopaedic Association ; nationwide survey of hip fractures in Japan. J Orthop Sci **9** : 1—5, 2004
- 12) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会 大腿骨頸部/転子部骨折ガイドライン策定委員会 厚生労働省医療技術評価総合研究事業「大腿骨頸部骨折の診療ガイドライン作成」班：大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン，南江堂，43—53, 2005
- 13) Papapoulos SE et al : Meta-analysis of the efficacy of alendronate for the prevention of hip fractures in postmenopausal women. Osteoporos Int **16** : 468—474, 2005
- 14) McClung MR et al : Effect of risedronate on the risk of hip fracture in elderly women ; Hip Intervention Program Study Group. N Engl J Med **344** : 333—340, 2001
- 15) Gillespie WJ et al : Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures associated with involuntal and post-menopausal osteoporosis. Cochrane Database Syst Rev CD 000227, 2001
- 16) Parker MJ et al : Hip protectors for preventing hip fractures in older people. Cochrane Database Syst Rev CD 001255, 2005
- 17) Harada A et al : Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. Osteoporos Int **12** : 215—221, 2001

原田 敦**

[整形外科 57 巻 12 号 : 1635~1642, 2006]

はじめに

死亡時点でみた生前の要介護期間を先死期という。先死期は、“動けない”、“失禁”、“認知症”を三大主徴としている。この中で“動けない”の基本的原因として、加齢による筋肉の減少を背景としたきわめて緩徐に進行する運動機能の低下がある。この運動機能低下を主要な要因として起る事故の代表が転倒で、転倒エネルギーからは程度の軽重を問わず、身体的損傷だけでなく精神的損傷を被るが、骨に伝播した外力が骨強度を超えれば骨折が生じる。骨折のような重度の身体損傷が生じれば、それ自体が運動機能を急激に低下させ、“動けない”状況にいたり、ある程度の回復後もすすむさらなる運動機能低下が、次の転倒骨折を招く悪循環に陥る。このように運動機能が徐々に低下しつつも“動ける”高齢者が、転倒骨折をきっかけに一気に“動けない”状況になり先死期を迎えるという構図があり、骨折・転倒は要介護となった原因の第3位で13%を占める。この傾向は後期高齢期（75歳以上）の女性でもっとも顕著となる（図1）¹⁾。その典型が、大腿骨頸部骨折の患者である。したがって、世界で最速の高齢化が進行しつつあるわが国にとっては、この骨折をただ治療するだけでなく、その発生を予防することには大きな意義がある。

大腿骨頸部骨折の予防には、転倒による外力が骨に作用しないようにする対策と骨強度を維

持、改善させる対策（骨粗鬆症治療）とが考えられている。前者には、転倒そのものを減少させる対策（転倒予防）と転倒時の外力を減少させる対策がある。本稿では、これらについて概説する。

1 大腿骨頸部骨折と転倒の現状

大腿骨頸部骨折の新発生患者数は、2002年の全国調査によれば約117,900人と推定され、女性が男性の約3.7倍であった。この発生数は、過去15年間で2.2倍に急増している。その増加は、母集団である高齢者数の増加に加えて80歳以上の女性と90歳以上の男性における発生頻度そのものの増加が原因となっている。発生頻度は後期高齢期から指数関数的に上昇する（図2）²⁾。そのため、本骨折の大多数は80歳代と90歳代の女性で占められている。

前述したように、高齢期の転倒は運動機能低下の象徴である。在宅高齢者の10%が年間1回以上転倒し、その10%が骨折するとされている。運動機能のいっそう低下した層では転倒率はいっそう高く、介護施設入所高齢者の年間転倒率は17%とされている。転倒頻度は年齢とともに上がるとされている。ちなみに大腿骨頸部骨折は1%といわれている³⁾。

2 転倒から大腿骨頸部骨折にいたるメカニズム（図3）

大腿骨頸部骨折を発生させる外力は、ほとん

Key words : hip fracture, fall, osteoporosis, hip protection, prevention

* Hip fractures and fall prevention in the elderly

** A. Harda (部長) : 長寿医療センター病院整形外科 (〒474-8511 大府市森岡町源吾 36-3 ; Dept. of Orthop. Surg., National Hospital for Geriatric Medicine, Obu).

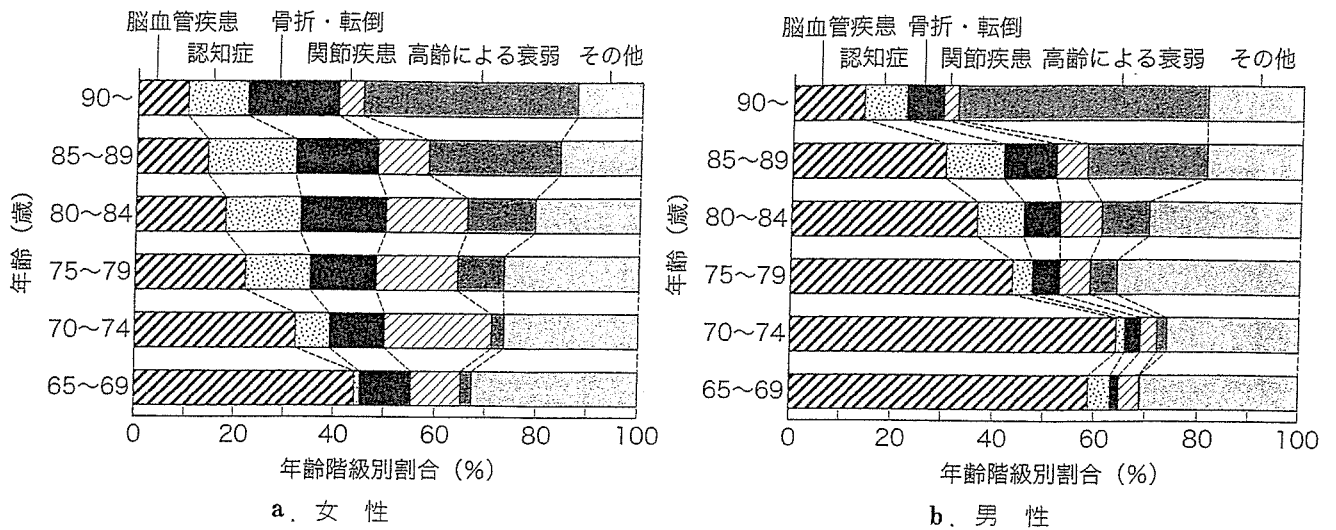


図 1. 65 歳以上の要介護となった原因の年齢階級・性別割合 (文献 1 より引用). 平均的高齢者は死亡する前に一定の要介護期間 (先死期) を過ごす. その原因となった疾患の占める割合は年齢差, 性差が明らかである. 脳血管疾患の割合は男性で高く, 若いほど高いのに対して, 骨折・転倒の占める割合は認知症, 関節疾患, 高齢による衰弱と同じ傾向で, 女性で高く高齢なほど高い.

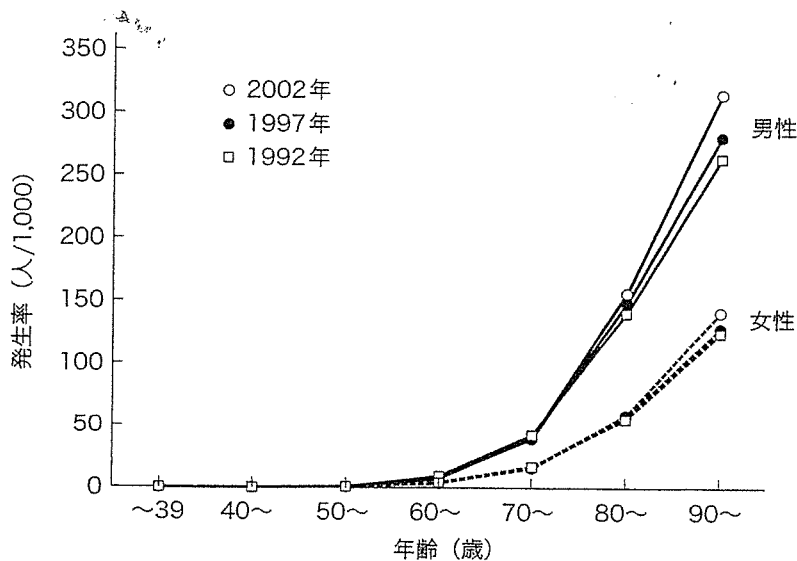


図 2. わが国の大腿骨頸部骨折の年齢別発生頻度 (文献 2 より引用). 2002 年の大腿骨頸部骨折の新発生患者は, 年間約 117,900 人と推定され, 女性が男性の約 3.7 倍で, 60 歳以降は女性が男性の 2 倍以上高率に発生した. 以前に行われた全国調査に比べると, 患者数は 15 年間で 2.2 倍まで増加した. 年齢別発生率を前 2 回に比べると, 男性では 90 歳以上で, 女性では 80 歳以上でさらに発生率が高くなっていった.

どが転倒に由来している. 日本整形外科学会の全国調査では, 大腿骨頸部骨折 110,747 人における骨折の原因は 74% が転倒, 8% が椅子からの小転落であったことが判明している⁴⁾. しかし, 前述したように転倒から本骨折を生じる率

はわずか 1% であり, 多種多様に起る転倒のうち, 大腿骨頸部骨折になる転倒はどのような特徴を有しているのであろうか. 交通事故における外傷発生のメカニズムは, 現場検証からダミー人形による衝突試験, さらに有限要素モ

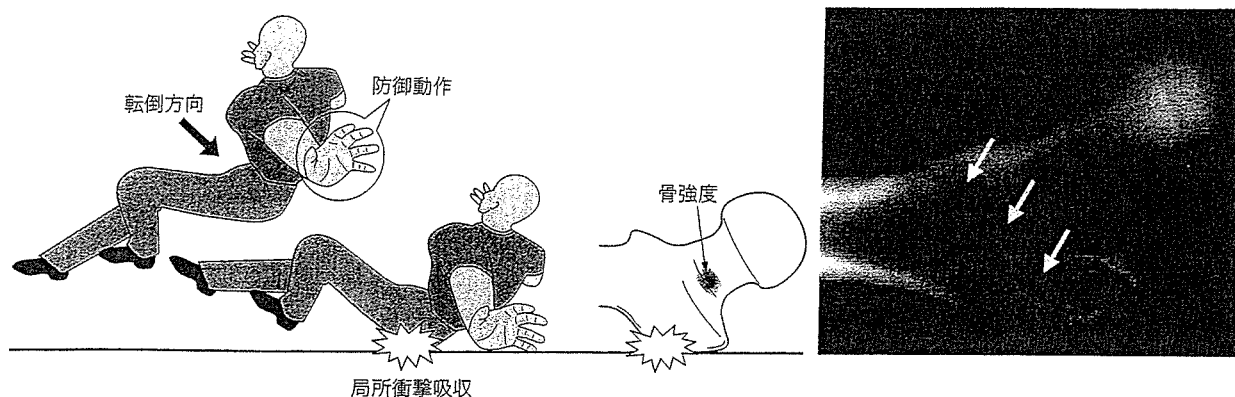


図 3. 転倒から大腿骨頸部骨折発生までのメカニズム。立位からの転倒は、その転倒方向、転倒中の防御動作、大転子で着地時の局所衝撃吸収、大腿骨近位部の骨強度などが絡んで大腿骨頸部骨折を引き起す。

デルによるシミュレーションなどを通じてかなりよく解明されている。一方、転倒から大腿骨頸部骨折発生までのメカニズムに関しては不明な部分が多く残されているとはいうものの、転倒開始から大腿骨頸部骨折までに予想されているメカニズムは図3のごとくで⁶⁾、大腿骨頸部骨折発生の決定因子として、転倒方向、防御動作、局所衝撃吸収、骨強度があげられている。転倒方向は重要で、側方から後側方への転倒がもっとも大腿骨頸部骨折に関連する。ただその方向に倒れても、途中で体をひねったり手を使ったりして防御できれば、さらに着地しても着地面や軟部組織の衝撃吸収量が大きければ、そして骨強度が高ければ、いずれもそれぞれ大腿骨頸部骨折の危険性を低下させる。

1. 大転子への外力

転倒による最終的な打撲部位が大転子部の側方から後側方であると、骨盤と大転子のあいだに位置する骨頭から大腿骨頸部移行部と頸部と転子部との移行部には形状が急激変化する部位であるために高い応力が集中しやすく(図3)、大腿骨頸部骨折を生じる危険性が高く⁶⁾、この条件を再現した衝撃試験では高率に大腿骨頸部骨折が発生する⁷⁾。そのさいの大転子への外力の大きさは、若年成人の立位からの転倒では5,600~8,600 Nとされている⁸⁾。ただし、高齢者における転倒時の大転子への外力値は未だ不

明である。前述したように、危険な転倒方向は側方から後側方であるが、その方向に転倒すると大転子から転倒していき、打撲部位が危険領域である大転子部の側方から後側方となる可能性が高くなるからと考えられる。

2. 大腿骨近位部の骨強度

骨折の発生は骨強度と外力の関係で規定され、骨強度は基本的に骨の Young 率などの材料特性と大きさ・形などの形状で規定される。しかし実際の骨強度は、皮質骨から海綿骨の解剖学的構造の差と部位別形状の差などにより複雑に変化するので、正確に計算することはむずかしい。この骨強度が骨折の危険水準にまで低下した病態が骨粗鬆症であり、「骨量の減少と微細構造の劣化によって骨強度が低下し、骨折の危険性が高まった全身性疾患」と定義されている⁹⁾。微細構造の劣化は近年骨質と表現されるものと考えられるが、現段階ではまだ臨床応用はできないので、骨折リスクの判定にあたっては骨密度で代表される骨量に対する診断が主流であり、かつもっとも有用である。大腿骨頸部骨折に関しても、大腿骨近位部骨密度が1 SD 低下することにより大腿骨近位部骨折の危険率は2.6倍になるとされ¹⁰⁾、どの部位の骨密度も骨折リスク判定に有用であるが、もちろん大腿骨近位部自身の骨密度が大腿骨頸部骨折リスクをもっとも反映する(表1)¹¹⁾。

表 1. 骨密度 1 SD 減少あたりの相対危険度* (文献 11 より引用)

骨密度測定部位**	大腿骨頸部骨折	脊椎骨折	前腕骨折	全部位の骨折
大腿骨近位	2.4	1.9	1.3	1.6
腰椎	1.5	1.9	1.5	1.5
橈骨遠位	1.5	1.7	1.7	1.4
踵骨	1.8	1.7	1.6	1.5
超音波踵骨	1.6			1.5

*相対危険度はすべて有意, **超音波踵骨以外はすべて二重エネルギーX線吸収法 (dual energy X-ray absorptiometry : DXA) による測定

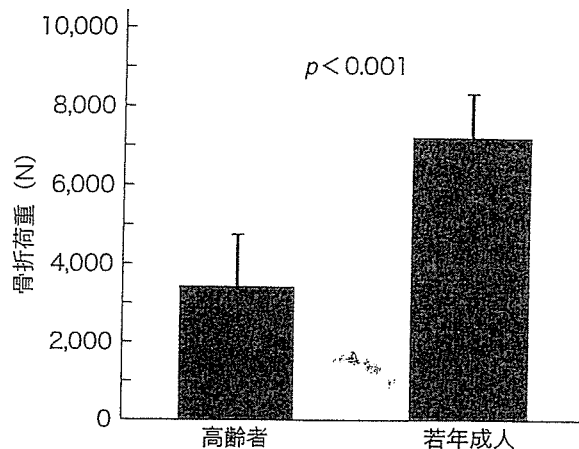


図 4. 若年成人と高齢者の大腿骨頸部骨折荷重 (文献 12 より引用). 衝撃荷重試験の結果は, 高齢者の大腿骨頸部骨強度が若い人の半分まで低下していることを示している.

大腿骨近位部の骨強度には明らかな年齢差が存在し, 成人期と比較して当然ながら高齢期の骨強度は大きく減少しており, 骨折する荷重は平均 33 歳の大腿骨近位部では 7,200 N であったのに対して平均 74 歳では 3,500 N と半減していた (図 4)¹²⁾. これは米国人の場合であるが, 日本人ではわれわれの実験では 2,200 N とさらに低値であった⁷⁾.

3 転倒予防

高齢者の転倒による骨折を防ぐ有望な方法として, わが国の整形外科医により第 1 位の回答数を得たのが転倒予防である¹³⁾. 骨折したばかりの患者を直接扱う整形外科医にとっては, 脆弱性骨折を骨粗鬆症の発症と考えるより, 転倒などの事故による外傷と理解する習性が強いからであろう. そこで, 高齢者の骨折を予防しようとする, まず転倒予防から発想するのはきわめて自然と思われる.

さて, 転倒の予防にはその危険因子を理解しなければならない. 転倒の危険因子は内的因子と外的因子に分けられ (図 5)¹⁴⁾, 非常に多数の具体的項目があげられている. このうち介入によって改善が期待できる因子は, 歩行能力低下と薬物, 物理的環境に関連する部分で, これらに対して以前から多くの無作為比較対照試験 (randomized controlled trial : RCT) がなされている.

1. 内的因子への介入による転倒予防

歩行能力低下の原因となるさまざまな病態の中で, 主に筋力, バランス, 巧緻性の低下, 反応時間の延長に対する代表的な介入としては, 筋力訓練, バランス訓練, 歩行訓練などの運動療法がある. たとえば, 開眼片足立ちは筋力・バランスを簡便に, ほとんど負担なく訓練できる優れた方法である. また睡眠薬, 精神安定薬, 降圧利尿薬, 抗痙攣薬などの転倒を惹起しうる薬物に対する介入としては, 総合的な判断のもと, それらの中止・減量などの薬剤指導を行う. さらに Parkinson 病, 起立性低血圧, てんかん発作, 認知症, 骨・関節炎, 視力障害などの合併疾患に対しては, 未治療であれば内科的コントロールや白内障手術など専門医による治療を積極的に行う.

2. 外的因子への介入による転倒予防

段差, 戸口の踏み段, 絨毯の端, 電気コード類などのつまづきやすいもの, 室内や浴槽の床などすべりやすい素材, 暗い照明や光をさえぎる物などの視覚を妨げる要因などが外的因子となる. これらを評価して高齢者の身体的状況と比較し有用と判定される除去・改善を行うことは, つまづきやすさなど物理的きっかけが関

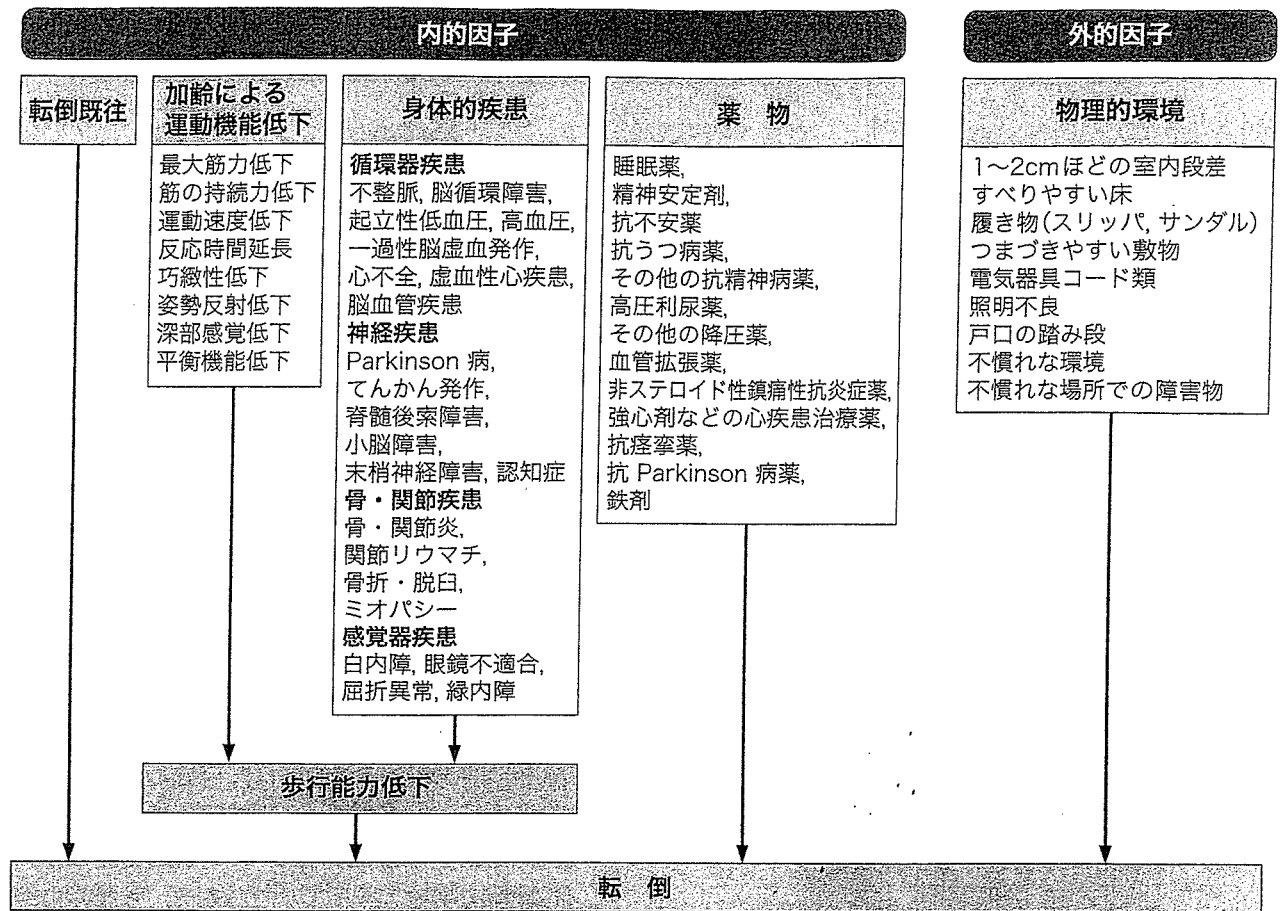


図 5. 転倒の危険因子 (文献 14 より改変引用)

連する様式の転倒の減少につながると思われる。そのさいに内容によっては費用の問題が大きいことも少なくないが、逆に簡便に廉価で実施できる部分も多いので、まず考慮されるべき基本的な介入法である。

3. 転倒予防のエビデンス

上記の多くの介入にも RCT が行われてきて、そのメタアナリシスも報告されているので^{15~19)}、概要を表 2 に示す。これをみれば内的因子であれ外的因子であれ、介入によって転倒は実際に減少しており、転倒予防は文字どおり転倒を予防できることがわかる。転倒の相対危険度がもっとも低いのは向精神薬中止であり、運動訓練のうちでは太極拳がもっとも低く転倒を半減している。ただし対象者の違いや集団介入、個別介入など各試験のあいだに存在する差違が大きいため、この数字で単純に優劣を比較することは困難である。

このように大きな成果を上げている転倒予防にも、現在まで重度の転倒外傷を防ぐ根拠は得られていない。このことは大腿骨頸部骨折にも当てはまっている。とはいえ、とくに運動訓練を中心とした転倒予防の日常実践が高齢者の基礎体力の増進に直結することは容易に想像でき、それが個人および社会にもたらす利益を明らかにすることはこれからの整形外科医の役割と考えられる。

4 転倒外力の減衰——ヒッププロテクター

後期高齢期になると、とくに女性では転倒リスクは上昇して骨強度が低下することは、個人差があるとはいえ避けられないことである。そのため、大腿骨頸部骨折は前述の調査が示すようにこの年齢の女性で多発している。このように転倒リスクが非常に高くいつ転倒してもおかしくないと思われる場合、たとえばつかまり歩きしかできない状況では、転倒外力を減衰で

表 2. 転倒予防介入の転倒減少効果 (文献 15~19 より引用)

報告者	介入法	転倒の相対危険度*
Province ら	バランス訓練	0.83
	運動訓練	0.90
Gillespie ら	向精神薬中止	0.34
	太極拳	0.51
	家庭環境因子の評価修正	0.64
	転倒危険因子の包括的評価修正/選択条件をつけない在宅高齢者	0.73
	転倒危険因子の包括的評価修正/転倒リスクをもつ高齢者	0.79
Robertson ら	筋力強化とバランス改善のプログラム	0.80
	筋力強化とバランス改善のプログラム (家庭で個別)	0.65
Chang ら	転倒危険因子の包括的評価修正	0.82
	運動訓練	0.86
	介入全体	0.88
Weatherall ら	転倒危険因子の包括的評価修正	0.62

*相対危険度はすべて有意

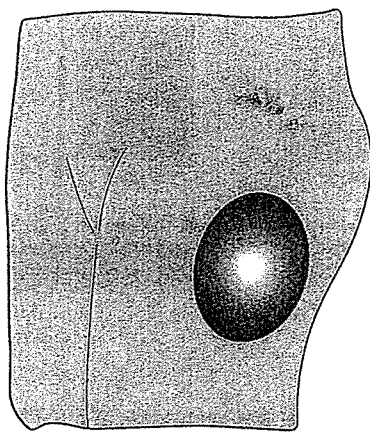


図 6. ヒッププロテクター. さまざまな構造のプロテクターが主に下着の大転子部に組み入れられ, 転倒時に大転子部を保護して骨折を防ごうとする装具

きる工夫をあらかじめ大転子部にしておくことが有効と考えられる. これがヒッププロテクターである.

1. ヒッププロテクターの原理

ヒッププロテクターは, ヘルメットやクッションの様式で種々のデザインでプロテクター部分が設計され, それが下着の大転子部に入れて日常使用するというもので, 大転子から転倒したときに荷重を分散や吸収することによって大腿骨頸部へ伝わるぶんを減らすことができる (図 6).

2. ヒッププロテクターのエビデンス

ヒッププロテクターも開発されて 10 年以上を経過し, RCT も 10 以上行われてきた. その結果明らかになったことは, 自立した生活が営めなくなった高齢者 (介護施設生活者) では大腿骨頸部骨折を 23% 減少させることができ, 有効性が期待できることである²⁰⁾. ちなみに筆者の試験では, 特別養護老人ホームの大腿骨頸部骨折を 90% も減らすことができていた¹³⁾. 反面, 自立した生活が可能な高齢者 (在宅生活者) には無効であることもはっきりしてきた²⁰⁾ (表 3). この原因はヒッププロテクターのコンプライアンスにあると考えられる. ヒッププロテクターは大転子からの転倒時に使用していなければ無効なので, いつ転ぶかわからないような自立した者は転倒する前に着けなくなり, 逆に, いつ転んでもおかしくない要介護者は着けているあいだに転んでしまうという差違が骨折率の差に結びついていると考えられる.

5 骨粗鬆症の治療

多くある骨粗鬆症治療薬剤の中で, RCT で大腿骨頸部骨折予防のエビデンスが得られている薬剤はアレンドロネート, リセドロネート, ビタミン D, エストロゲンの 4 剤である (表 4)²¹⁾. このうちエストロゲンは悪性腫瘍や脳血管障害などの全身の有害事象の増加のため推奨されなくなり, 残りの 3 剤が大腿骨頸部骨折を予防しようとするときの第一選択薬剤になると

表 3. ヒッププロテクターの大腿骨頸部骨折予防効果 (文献 20 より引用)

報告者 (年)	対象者	無作為化法	大腿骨頸部骨折の相対危険度
Lauritzen	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	0.44
Ekman	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	0.34
Kannus	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	0.34
Harada	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	0.11
Meyer	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	0.57
O'Halloran	介護施設生活者	クラスター無作為化試験	1.05
Jantti	介護施設生活者	個人別無作為化試験	0.2
Chan	介護施設生活者	個人別無作為化試験	0.39
Hubacher	介護施設生活者	個人別無作為化試験	1.49
Cameron	介護施設生活者	個人別無作為化試験	1.17
van Schoor	介護施設生活者	個人別無作為化試験	0.93
計			0.77*
Cameron	在宅生活者	個人別無作為化試験	0.94
Birks (2003)	在宅生活者	個人別無作為化試験	3.03
Birks (2004)	在宅生活者	個人別無作為化試験	1.18
計			1.16**

*相対危険度は有意, **相対危険度は有意性なし

表 4. 薬剤の大腿骨頸部骨折予防効果 (文献 23~24 より引用)

報告者	薬剤	大腿骨頸部骨折の相対危険度*	
Bischoff-Ferrari ら	ビタミン D	0.74	ビタミン D 補充量 700~800 IU/日で有効
Papapoulos ら	アレンドロネート	0.55	70歳代までの骨粗鬆症在宅生活者で有効
McClung ら	リセドロネート	0.70	70歳代までの骨粗鬆症在宅生活者で有効

*相対危険度はすべて有意

考えられる。アレンドロネート²²⁾とリセドロネート²³⁾は大腿骨頸部骨折をそれぞれ 45% および 30% 減らすことができている。ともにビタミン D 不足には十分な補給をしながら、70 歳代までの骨粗鬆症を有する在宅生活者を対象とした結果であり、頻度をもっとも高い 80 歳以上でのエビデンスではない。対照的に、26% の骨折減少が得られているビタミン D²⁴⁾は、カルシウムを併用しながらの 80 歳代の施設生活者を対象とした成績が中心であり、在宅生活者だけを対象とした試験でのエビデンスではない。

おわりに

大腿骨頸部骨折の予防は、転倒に関する危険度と骨強度に関する危険度の両者が評価され、それに応じた対策が総合的になされることが望ましい。本稿では触れなかったが、そこには医療経済的節度も求められることは当然である。

文 献

- 1) 国民生活基礎調査報告/厚生省大臣官房統計情報部 (編): 高齢者をとりまく世帯の状況, 厚生統計協会, 東京, p3, 2001
- 2) 折茂 肇, 坂田清美: 第 4 回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績—2002 年における新発生患者数の推定と 15 年間の推移. 医事新報 4180: 25-30, 2004
- 3) 安村誠司: 高齢者の転倒・骨折の頻度. 日医会誌 122: 1945-1949, 1999
- 4) Committee for Osteoporosis Treatment of the Japanese Orthopaedic Association: Nationwide survey of hip fractures in Japan. J Orthop Sci 9: 1-5, 2004
- 5) Cummings SR, Nevitt MC: A hypothesis; the cause of hip fractures. J Gerontol 44: M107-M111, 1989
- 6) Hayes WC: Biomechanics of falls and hip fracture in the elderly. Prevention of Falls and Hip Fractures in the Elderly, American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, p41-65, 1993
- 7) Okuizumi H, Harada A, Iwata H et al: Effect on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. J Bone Miner Res 13: 1940-1945, 1998

- 8) Robinovitch SN, Hayes WC, McMahon TA : Prediction of femoral impact forces in falls and on the hip. *J Biomech Eng* 113 : 366-374, 1991
- 9) Anonymous : Consensus development conference ; diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 94 : 646-650, 1993
- 10) Marshall D, Johnell O, Wedel H : Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 312 : 1254-1259, 1996
- 11) Cummings SR, Bates D, Black DM : Clinical use of bone densitometry ; scientific review. *JAMA* 288 : 1889-1897, 2002
- 12) Courtney AC, Wachtel EF, Myers ER et al : Age-related reductions in the strength of the femur tested in a fall-loading configuration. *J Bone Joint Surg* 77-A : 387-395, 1995
- 13) Harada A, Matsui Y, Mizuno M et al : Japanese orthopedists' interests in prevention of fractures in the elderly from falls. *Osteoporos Int* 15 : 560-566, 2004
- 14) 林 泰史(監), 鈴木隆雄(編) : 「転倒予防」の実践的リスク評価法—日本骨粗鬆症学会教育講座転倒予防シリーズ2. *Osteopor Jpn* 11 : 75-82, 2003
- 15) Province MA, Hadly EC, Hornbrook MC et al : The effects of exercise on falls in elderly patients ; a preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *JAMA* 273 : 1341-1347, 1995
- 16) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC et al : Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 3 : CD 000340, 2001
- 17) Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM et al : Preventing injuries in older people by preventing falls ; a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 50 : 905-911, 2002
- 18) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ et al : Intervention for the prevention of falls in older adults ; systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 328 : 680, 2004
- 19) Weatherall M : Prevention of falls and fall-related fractures in community-dwelling older adults ; a meta-analysis of estimates of effectiveness based on recent guidelines. *Int Med J* 34 : 102-108, 2004
- 20) Parker MJ, Gillespie WJ, Gillespie LD : Hip protectors for preventing hip fractures in older people (review). *Cochrane Database Syst Rev* 3 : CD 001255, 2005
- 21) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会大腿骨頸部/転子部骨折ガイドライン策定委員会, 厚生労働省医療技術評価総合研究事業「大腿骨頸部骨折の診療ガイドライン作成」班(編) : 大腿骨頸部/転子部骨折の危険因子. 大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン, 南江堂, 東京, p 27-41, 2005
- 22) Papapoulos SE, Quandt SA, Liberman UA et al : Meta-analysis of the efficacy of alendronate for the prevention of hip fractures in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 16 : 468-474, 2005
- 23) McClung MR, Geusens P, Miller PD et al : Effect of risedronate on the risk of hip fracture in elderly women ; hip intervention program study group. *N Engl J Med* 344 : 333-340, 2001
- 24) Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB et al : Fracture prevention with vitamin D supplementation. *JAMA* 293 : 2257-2264, 2005

*

*

*



整形外科医のための手術解剖学図説 (原書第3版)

●著 Hoppenfeld, S. & deBoer, P. ●監訳 寺山和雄/辻 陽雄

整形外科手術手技における代表的なアプローチについて局所外科解剖を基軸として、数多くの美しいわかりやすい図を用いて解説した手術基本指導書。今改訂では、図をすべてオールカラーにして、よりわかりやすくすると同時に、新しく、肩・膝の関節鏡アプローチ、上腕骨近位部・大腿骨近位部への最小皮切アプローチなどの記載を追加。

■A4変型判・734頁 定価39,900円(本体38,000円+税5%) ISBN4-524-23946-4

南江堂